

BAB II

KAJIAN PUSTAKA DAN HIPOTESIS

2.1 Tinjauan tentang Karies Gigi

Karies gigi adalah daerah yang membusuk atau mengalami kerusakan di dalam gigi akibat suatu proses yang terjadi secara bertahap melarutkan email (permukaan gigi bagian luar) dan terus berkembang ke bagian dalam gigi. Karies gigi terjadi akibat pengaruh asam hasil fermentasi bakteri (Jawetz, Melnick & Adelberg, 2001). Karies gigi merupakan penyakit infeksi karena terjadinya demineralisasi yang progresif pada jaringan keras permukaan gigi disebabkan karena interaksi antara substansi *host* (gigi), konsumsi karbohidrat dan *agent* (bakteri *streptococcus mutans*) (Bidarisugma, Timur, & Purnamasari, 2012).

2.1.1 Mekanisme Karies Gigi

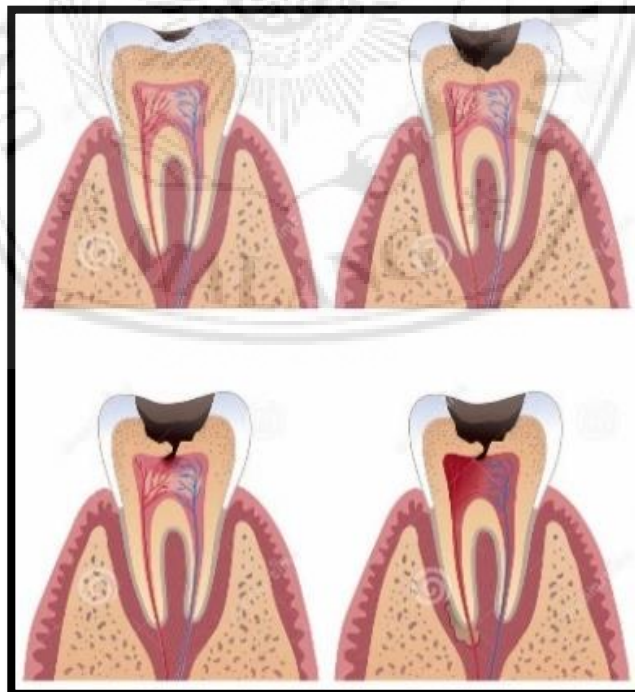
Proses pembentukan karies gigi diawali oleh bakteri yang memfermentasikan karbohidrat dan dihasilkan asam dari fermentasi tersebut, kemudian terjadi penurunan pH rongga mulut sekitar 4,5-5,0 dalam waktu 1-3 menit dan akan kembali normal sekitar pH 7 dalam waktu 30-60 menit. Apabila penurunan pH terjadi secara terus berulang-ulang pada waktu tertentu akan menyebabkan demineralisasi permukaan gigi, jika dibiarkan akan mengakibatkan lubang gigi terus membesar atau terjadinya karies gigi (Pristiono, 2017).

Keadaan asam di rongga mulut sangat disukai oleh bakteri kariogenik yaitu *Streptococcus mutans* yang merupakan penyebab utama terjadinya proses karies gigi. Bakteri ini menempel pada email, dapat hidup dilingkungan asam dan berkembang pesat di lingkungan kaya sukrosa gigi (Pristiono, 2017). *Streptococcus mutans* membentuk suatu lapisan yang lunak dan lengket menempel pada gigi

dinamakan sebagai plak. Plak sangat mudah menempel di permukaan gigi dan area batas antara gigi dan gusi (Ramadhan, 2010). Menurut Majidah, Fatmawati dan Gunandi, (2014) plak pada permukaan gigi bisa terbentuk jika seseorang melalaikan kebersihan gigi dan mulut. Selain mikroorganisme yang berkembang biak pada plak juga terdapat produk-produk hasil metabolisme bakteri tersebut.

Asam yang merusak dalam bentuk plak akan menyerang miner

al pada area email gigi sehingga terjadi erosi. Erosi yang diebabkan oleh plak akan mengakibatkan terbentuknya lubang kecil pada email yang awalnya tidak terlihat. Apabila email berhasil ditembus, kemudian berlanjut pada dimeneralisasi dentin. Bakteri akan sampai ke pulpa yang sensitif maka akan terjadi peradangan pulpa. Terjadinya pembekakan pembuluh darah dalam pulpa akan menimbulkan rasa nyeri (Ramadhan, 2010).



Gambar. 2.1 Karies pada gigi

(Sumber: Aleksahina, 2018)

Gambar 2.1 merupakan tahapan terjadinya karies gigi dan dijelaskan oleh Riyanto, (2013) yaitu sebagai berikut.

- (1) Tanda pertama karies gigi adalah terbentuknya noda putih pada permukaan gigi.
- (2) Terjadi karies dini/karies sedalam lapisan email, biasanya belum terjadi rasa nyeri. Perawatan yang dilakukan dokter untuk kasus ini cukup sederhana yaitu dengan pembersihan jaringan karies kemudian menutupnya dengan bahan yang lebih baru sewarna gigi yaitu resin komposit secara langsung.
- (3) Karies sudah meluas ke jaringan dentin, akan terasa ngilu apabila kemasukan makanan, saat minum dingin, asam dan asin. Terapi dilakukan dengan penambalan.
- (4) Karies mencapai jaringan pulpa sehingga bakteri dapat memasuki jaringan tersebut dan mengakibatkan peradangan pada jaringan pulpa. Pada tahap ini pembuluh darah akan terpapar dengan udara luar sehingga penderita akan mengalami nyeri yang luar biasa jika ada rangsangan baik berupa minuman dingin ataupun makanan manis dan asin. Rasa nyeri biasa menjalar ke daerah telinga dan kepala menyebabkan penderita mengalami stress mental, sulit tidur serta kondisi umum menjadi jelek. Perawatan saluran akar sebelum dilakukan penambalan $\text{Ca(OH)} \pm 1$ minggu untuk membentuk sekunder dentin.
- (5) Tahap peradangan pulpa apabila belum ditangani, maka akan terjadi invasi bakteri yang menyebabkan kematian pembuluh saraf dan pembuluh darah serta berakibat pada kematian jaringan karena bakteri. Jaringan pulpa membusuk dan menimbulkan bau mulut.

2.1.2 Faktor Penyebab Karies Gigi

(1) *Host*

Gigi merupakan habitat mikroorganisme yang ada dalam mulut. Komposisi enamel gigi terdiri dari 96% mineral yang mudah larut bila terkena lingkungan asam. Oleh sebab itu ketahanan gigi terhadap karies tergantung kepada lingkungannya (Pristiono, 2017). Menurut Kidd dan Bechal, (2013) produksi saliva merupakan peran penting terhadap resiko terjadinya karies gigi. Saliva dapat remineralisasi enamel gigi yang mengalami karies dini, karena saliva mengandung ion kalsium dan fosfat. Dengan adanya flour kemampuan saliva dalam remineralisasi akan meningkat. Saliva mempengaruhi komposisi mikroorganisme di dalam plak dan mempengaruhi pH plak. Apabila aliran saliva berkurang ataupun menghilang, kemungkinan karies tidak dapat terkendali.

(2) Substrat atau Makanan

Plak dan karbohidrat dapat menempel pada gigi dan membentuk asam sehingga mampu mengakibatkan demineralisasi email membutuhkan waktu minimum tertentu. Adanya karbohidrat sisa makanan yang menempel pada gigi merupakan substrat untuk pembuatan asam bagi bakteri dan sintesa polisakarida ekstra sel. Tidak semua karbohidrat sama sifat kariogeniknya. Karbohidrat dengan berat molekul yang rendah misalnya gula akan segera meresap ke dalam plak serta dimetabolisme dengan cepat oleh bakteri. Oleh sebab itu makanan atau minuman yang mengandung gula dapat menurunkan pH sampai pada level yang dapat menyebabkan demineralisasi. Kondisi plak bersifat asam selama beberapa waktu. pH akan kembali normal yaitu sekitar pH 7 dibutuhkan waktu selama 30-60 menit. Konsumsi gula yang sering dan berulang-ulang akan mengakibatkan pH tetap

berada di bawah normal serta dimineralisasi akan terus terjadi (Kidd & Bechal, 2013).

(3) Bakteri

Salah satu bakteri karsiogenik yang berperan dalam pembentukan karies gigi adalah *Streptococcus mutans*. Bakteri ini mampu menghasilkan asam dari karbohidrat yang difermentasikan. *Streptococcus mutans* tumbuh subur dalam suasana asam serta menempel pada permukaan gigi karena bakteri ini memiliki kemampuan membuat polisakarida ekstrak sel yang sangat lengket dari karbohidrat makanan. Polisakarida tersebut terdiri dari polimer glukosa, yang menyebabkan matriks plak gigi memiliki konsistensi seperti gelatin. Akibatnya beberapa bakteri bisa melekat pada gigi dan saling melekat satu sama lain. Dengan demikian plak semakin tebal sehingga menghambat fungsi saliva dalam menetralkan pH plak tersebut (Kidd & Bechal, 2013).

(4) Waktu

Karies gigi terjadi melalui periode tahap perusakan dan perbaikan secara silih berganti karena saliva mampu melakukan perbaikan dengan cara mendepositkan kembali mineral selama berlangsungnya karies gigi. Oleh sebab itu apabila saliva ada di dalam lingkungan gigi maka proses karies gigi tidak menghancurkan gigi dalam hitungan hari ataupun minggu, melainkan dalam jangka waktu bulan atau tahun. Dengan demikian sebenarnya terdapat kesempatan untuk menghentikan karies gigi tersebut (Kidd & Bechal, 2013).

2.1.3. Jenis-jenis Karies Gigi

Menurut Julianti *et al*, (2008) ada tiga jenis karies gigi berdasarkan kedalamannya, yaitu sebagai berikut.

- (1) Karies superfasialis: gigi berlubang hanya mengenai lapisan gigi terluar (email).
- (2) Karies media: gigi berlubang mengenai email dan menyacapai lapisan sebagian dentin.
- (3) Karies Profunda: gigi berlubang sudah mengenai lebih dari sebagian dentin bahkan menembus pulpa.

2.1.4 Gejala Terjadinya Karies Gigi

Tanda awal terjadinya karies gigi yaitu terbentuk lesi karies atau bercak berwarna putih dipermukaan gigi, menandakan area email mengalami dimineralisasi, bercak putih tersebut akan berubah menjadi coklat kemudian akan terbentuk kavitas (rongga). Apabila lesi yang muncul berwarna coklat dan mengkilat menandakan karies pernah terjadi tapi proses dimineralisasinya terhenti. Sedangkan apabila terdapat bercak coklat yang kusam menandakan karies aktif (Hongini & Adityawarman, 2012).

Gejala yang terjadi pada penderita yaitu rasa sakit, nyeri pada gigi berlubang jika terkena rangsangan berupa dingin, panas, makanan asin dan manis. Hal ini disebabkan karena terjadi pembusukan yang melewati lapisan email, dentin serta pulpa bagian yang mengandung saraf dan pembuluh darah. Gejala tersebut akan menghilang sekitar 1 sampai 2 detik setelah rangsangan dihilangkan. Gigi yang mengalami karies dapat menyebabkan bau mulut (Hongini & Adityawarman, 2012).

2.1.5 Pencegahan dan Penatalaksanaan

Menurut Duggal *et al.*, (2014) pencegahan penyakit karies gigi dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu sebagai berikut.

(1) Kontrol Plak

Kontrol plak dapat dilakukan dengan cara.

- a. Menyikat gigi dengan tepat menggunakan pasta gigi yang mengandung bahan fluoride;
- b. Menggunakan benang gigi;
- c. Penggunaan bahan kimia seperti klorheksidin untuk kasus tertentu;
- d. Pemeriksaan plak dengan cairan pewarna plak dan mencatatnya.

(2) Kontrol pola makan

Anak-anak lebih banyak dan lebih sering mengonsumsi makanan kariogenik, sehingga resiko karies gigi lebih tinggi pada anak. Oleh karena itu perlunya pengaturan pola makan dari orang tua untuk mengurangi resiko karies gigi. frekuensi mengonsumsi makanan kariogenik yang lebih sering akan meningkatkan resiko karies dibandingkan dengan mengonsumsi dalam jumlah banyak tetapi frekuensinya lebih jarang (Talibo & Yolanda, 2016).

Pola makan yang tepat dianjurkan mengonsumsi makanan yang cukup jumlah protein dan fosfat karena dapat menambah sifat basa dari saliva. Memperbanyak konsumsi sayur dan buah yang berserat dan berair akan bersifat membersihkan serta merangsang sekresi saliva. Dianjurkan mengurangi makanan manis dan lengket (Angela, 2005).

(3) Penggunaan fluoride

Penggunaan fluoride ada beberapa macam jenis yaitu dalam bentuk gel, obat kumur dan varnish fluoride. Selain itu fluoride juga bisa terdapat pada pasta gigi, air minum, susu dan garam. Mekanisme kerja fluoride dalam mengurangi resiko karies gigi adalah sebagai berikut.

- a. Memiliki efek selama pembentukan gigi dengan cara membentuk kristal enamel yang lebih besar dan stabil;
- b. fluoride dalam bentuk fluoride mampu menghambat demineralisasi;
- c. Meningkatkan proses remineralisasi;
- d. Mempengaruhi morfologi mahkota gigi dengan cara membuat *fissur* dan *pit* lebih dangkal sehingga mengurangi daerah stagnasi.

Dosis penggunaan fluoride disesuaikan dengan umur karena penggunaan fluoride dalam jumlah yang berlebih akan berdampak negatif yaitu resiko terjadinya fluorosis. Untuk kesehatan gigi yang optimal, keseluruhan asupan harian fluoride adalah sekitar 0,05-0,07 mg F/kg berat badan. Asupan fluoride tidak boleh lebih dari 0.010 mg F/kg berat badan per hari untuk menghindari resiko fluorosis. Toksisitas fluorida akut dapat menyebabkan mual, hipersalivasi, muntah, nyeri abdominal, diare serta bisa berlanjut pada kegagalan kardiak, kegagalan pernapasan dan kematian (Duggal *et al.*, 2014)

(4) *Fissure sealant*

Menurut Cristiono (2011) sejak tahun 1970 telah *Fissure sealant* digunakan untuk strategi preventif dan menjadi perawatan non invasif yang sangat efektif untuk mencegah karies gigi. Menurut Duggal *et al.*, (2014) *Fissure sealant* dapat di aplikasikan pada pasien anak berikut ini.

- a. Kebersihan mulut yang buruk;
- b. Gigi yang memiliki lubang dan fisur yang dalam;
- c. Mempunyai karies pada gigi geligi sulung;
- d. Mempunyai karies di gigi molar pertama tetap;
- e. Mengalami gangguan medis tertentu;

- f. Disabilitas atau berkebutuhan khusus;
- g. Memiliki hubungan saudara yang mempunyai riwayat karies.

Pengobatan karies gigi secara medik dapat dilakukan dengan pemberian antibiotik. Salah satu jenis antibiotik yang dapat menekan pertumbuhan dan perkembangan bakteri di rongga mulut adalah penisilin, kanamisin, ampicilin (Corvianindya & Brotosoetarno, 2004). Selain itu menurut Jawetz, Melnick dan Adelberg, (2001) antibiotik yang dapat digunakan untuk karies gigi adalah amoksisilin, eritromisin, klidamisin, ampicilin, sublakam klavulanat dan tisarlisin. Pemilihan antibiotik yang kurang tepat dapat menimbulkan dampak negatif yakni terjadi resistensi bakteri serta mengakibatkan efektifitas antibiotik terhadap bakteri tertentu menjadi rendah (Jawetz, Melnick & Adelberg, 2001)

2.2 Tinjauan tentang Bakteri *Streptococcus mutans*

Streptococcus mutans adalah bakteri yang termasuk famili Streptococaceae merupakan bakteri kariogenik yaitu penyebab utama karies gigi. Rongga mulut merupakan habitat *Streptococcus mutans* dan membentuk kolonisasi pada permukaan gigi. Bakteri ini memiliki kemampuan memfermentasi karbohidrat dan menghasilkan asam sehingga terjadi penurunan pH saliva dan pH plak sampai dibawah titik kritis yang mengakibatkan enamel larut. *Streptococcus mutans* juga mampu mensintesis glukosa dari sukrosa dan glukosa yang terbentuk merupakan massa lengket, sangat pekat, tidak larut serta berperan dalam perlekatan dipermukaan gigi (Brigdarisugma *et al.*, 2012).

2.2.1 Klasifikasi Bakteri *Streptococcus mutans*

Klasifikasi bakteri *Streptococcus mutans* menurut Brigdarisugma *et al.*, (2012) adalah sebagai berikut.

Kingdom : Monera
 Filum : Bakteria
 Kelas : Bacili
 Ordo : Lactobacilalles
 Famili : Streptococaceae
 Genus : Streptococcus
 Spesies : *Streptococcus mutans*

2.2.2 Morfologi Bakteri *Streptococcus mutans*

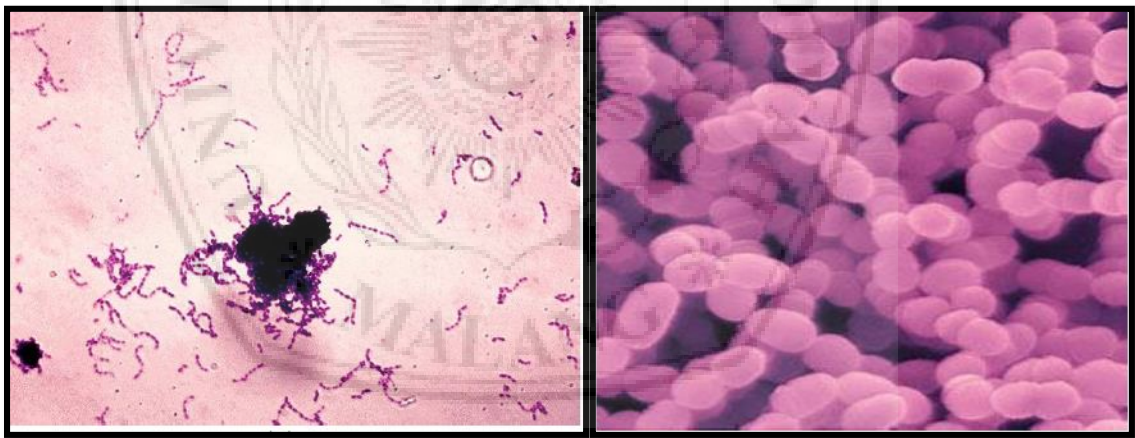
Streptococcus mutans pertama kali diisolasi oleh Clark dari plak gigi manusia yang mengalami karies gigi pada tahun 1924. Istilah *Streptococcus mutans* diambil berdasarkan pemeriksaan mikrobiologi dengan cara pengecatan gram. Bakteri ini berbentuk oval dan berbeda dari spesies *Streptococcus* yang lain, sehingga disebut mutans dari *Streptococcus* (Fatmawati, 2011).

Streptococcus mutans adalah bakteri gram positif, bersifat non motil, tidak berspora dan memiliki susunan rantai berjumlah dua atau lebih. *Streptococcus mutans* memiliki bentuk bulat hingga bulat telur berdiameter antara 0,5-0,7 mm. bakteri ini membentuk susunan rantai panjang jika berada dalam media *Brain Heart Infusion Borth* (BHIB) (Brigdarisugma *et al.*, 2012).

Morfologi dari koloni *Streptococcus mutans* yaitu permukaan koloni berbutir kasar, menyerupai bunga kasar dengan pusat menyerupai kapas. Konsistensi koloni keras dan sangat lekat, koloni berwarna putih seperti salju yang

membeku, agak buram mengkilat atau kuning buram dengan lingkaran putih dan tepi koloni berbentuk bulat teratur, oval teratur atau tidak beraturan (Brigdarisugma *et al.*, 2012).

Streptococcus mutans merupakan bakteri anaerobik fakultatif, asidogenik, nonhemofilik dan dapat memproduksi polisakarida intraselular dan ekstraselular. *Streptococcus mutans* terdiri dari dinding sel dan membrane protoplasma. Matriks dinding sel terdiri dari peptidoglikan rantai silang dengan komposisi asam N-asetilnuramik, gula amino N-asetil dan peptide. Struktur antigenik dari dinding sel bakteri ini terdiri atas antigen protein, asam lipotekoat dan polisakarida spesifik. Antigen- antigen tersebut menentukan imunogenitas dari *Streptococcus mutans* (Brigdarisugma *et al.*, 2012).



(a)

(b)

Gambar 2.2 Gambaran mikroskopis bakteri *Streptococcus mutans* menggunakan (a) mikroskop cahaya perbesaran 400x (b) mikroskop elektron

(Sumber: Kenneth, 2002)

2.2.3 Sifat Bakteri *Streptococcus mutans*

Streptococcus mutans memiliki sifat tertentu yang berperan penting pada proses terbentuknya karies gigi, yaitu : (1) *Streptococcus mutans*

memfermentasikan berbagai jenis karbohidrat menjadi asam sehingga terjadi penurunan pH. (2) *Streptococcus mutans* membentuk dan menyimpan polisakarida intraselular dari berbagai jenis karbohidrat dan selanjutnya dipecahkan kembali oleh *Streptococcus mutans* sehingga akan menghasilkan asam terus menerus. (3) *Streptococcus mutans* mampu untuk membentuk polisakarida ekstraselular (dekstran) yang menghasilkan sifat-sifat adhesif dan kohesif plak pada bagian permukaan gigi. (4) *Streptococcus mutans* memiliki kemampuan menggunakan glikoprotein dari saliva pada permukaan gigi (Brigdarisugma *et al.*, 2012).

2.2.4 Habitat Bakteri *Streptococcus mutans*

Streptococcus mutans merupakan flora normal rongga mulut, tetapi bila lingkungannya menguntungkan akan terjadi peningkatan populasi dan berubah menjadi patogen yang menyebabkan karies gigi dan peradangan. Suhu optimal untuk pertumbuhan *Streptococcus mutans* sekitar 15-45°C, tumbuh pada suasana fakultatif anaerob (Riyanto, 2013). Sedangkan menurut Adrianto (2012) *Streptococcus mutans* dapat berkembangbiak pada suhu 37°C selama 48 jam di media selektif.

Media yang dapat digunakan untuk membiakan *Streptococcus mutans* yaitu *Tryptone Yeast Cysteine* (TYC) dan media agar darah (Brigdarisugma *et al.*, 2012). Menurut Adrianto (2012) pertumbuhan *Streptococcus mutans* kurang subur pada pembenihan dengan media padat dan dalam kaldu, kecuali diperkaya dengan cairan gingiva atau darah. Pertumbuhan *Streptococcus mutans* memberikan hasil yang baik pada media agar milis salivarius yang ditambah 0,2 unit/ml basitrasin dan sukrosa dengan konsentrasi akhir 20% (agar MSB). Media lain yang dapat

menumbuhkan *Streptococcus mutans* yaitu *Brain Heart Infusion Borth* (BHIB) dan agar darah.

2.3 Tinjauan tentang Tumbuhan Sembung Rambat (*Mikania micrantha*)

Sembung rambat (*Mikania micrantha*) termasuk dalam famili asterace. Tanamaman ini merupakan gulma invasif yang sulit dikendalikan. *Mikania micrantha* tumbuh merambat menutupi inangnya dan berkompetensi untuk mendapatkan nutrisi tanah, cahaya matahari dan air (Sankaran, 2012).

Mikania micrantha merupakan tanaman asli Amerika Selatan dan Amerika Tengah. Tanaman ini memiliki potensi penyebaran di negara dengan iklim tropis dan subtropis serta daerah timur laut india. *Mikania micrantha* banyak tumbuh di daerah lembab dan sering dijumpai di daerah Asia Tenggara biasanya tumbuh pada lahan-lahan perkebunan dan pertanian seperti kelapa sawit, teh, kopi, jeruk dan karet (Tripathi *et al.*, 2011).

Mikania micrantha sangat mudah didapatkan di alam, menurut Sellers *et al.*, (2010) habitat *Mikania micrantha* yaitu daerah basah, hutan, lahan terbuka, kanal, sungai, pinggir jalan, padang rumput dan wilayah pertanian. *Mikania micrantha* dapat tumbuh dengan baik pada keadaan lingkungan yang terpapar sinar matahari tinggi, suhu $>21^{\circ}\text{C}$, pH tanah 4,15- 8,35 serta kelembapan tanah $>15\%$ (Tripathi *et al.*, 2011).

2.3.1 Klasifikasi Tumbuhan Sembung Rambat (*Mikania micrantha*)

Klasifikasi Sembung rambat (*Mikania mikrantha*) menurut Sankaran (2012) yaitu sebagai berikut.

Kingdom : Plantae

Super divisi : Spermatophyta

Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Sub Kelas : Asteridea
Ordo : Asterales
Famili : Asteraceae
Genus : Mikania
Spesies : *Mikania micrantha* H.B.K



Gambar. 2.3 *Mikania micrantha* H.B.K

(Sumber: Ningrum, 2019)

2.3.2 Morfologi Tumbuhan Sembung Rambat (*Mikania micrantha*)

Sembung Rambat (*Mikania micrantha*) memiliki akar tunggang primer atau akar lembaga yang terus membesar dan memanjang. Batang *Mikania micrantha* berwarna hijau muda, berambut, tumbuh menjalar, memiliki banyak cabang dan panjang batang bisa mencapai 3-6 m. Tanaman ini dikatakan gulma yang berdaun

lebar dengan bentuk daun segitiga (*cordate*) ujung meruncing dan tepi bergerigi yang terdapat pada ruas batang dengan letak saling berhadapan. Bunga *Mikania micrantha* berwarna putih, tumbuh dari ketiak daun atau ujung tunas, bunga berukuran kecil dengan panjang 4,5-6 mm. Biji *Mikania micrantha* berwarna coklat kehitaman panjangnya 2 mm, biji dihasilkan dalam jumlah yang cukup besar (Haryanto, 2016).

2.3.3 Metabolit Sekunder Tumbuhan Sembung Rambat (*Mikania micrantha*)

Mikania micrantha mengandung beberapa senyawa fitokimia hasil metabolit sekunder yang bersifat antibakteri. Menurut Ishak *et al.*, (2018) hasil ekstraksi daun dan batang *Mikania micrantha* dengan berbagai pelarut (air panas, air dingin, etanol 70%, etil asetat dan heksana) mengandung flavonoid. *Mikania micrantha* menunjukkan sifat antibakteri yang signifikan dengan hadirnya senyawa fitokimia tanin dan terpenoid (Matawali *et al.*, 2016). *Mikania micrantha* memiliki zat aktif khas yang termasuk golongan terpenoid (sesquiterpene) yaitu mikanolide dan dihidromikanolide diketahui memiliki aktivitas antibakteri (Tripathi *et al.*, 2011).

Berikut ini dijabarkan beberapa senyawa aktif dan aktivitas antibakteri dari daun *Mikania micrantha*.

(1) Flavonoid

Salah satu metabolit sekunder turunan fenol adalah flavonoid dapat dijumpai pada bagian akar, daun, batang, kulit batang, bunga, serbuk sari dan biji tanaman (Latifah, 2014). Mekanisme antibakteri dari flavonoid yakni membentuk senyawa kompleks dan mudah terlarut dengan protein ekstraseluler mengakibatkan membran sel rusak sehingga senyawa intraseluler keluar dari membran. Flavonoid juga

meebabkan perubahan mekanisme permeabilitas dinding sel bakteri (Rahmawati, 2014).

Flavonoid terdapat pada seluruh bagian tumbuhan *Mikania micrantha*. Kandungan flavonoid yang terdapat pada *Mikania micrantha* yaitu eupalitin, eupafolin, 3,4',5,7-tetrahidroksi-6-methoxyflavone 3-O-β-Dglucopyranoside, luteolin, 3,5-di-O-caffeoylquinic asam *n*-butil ester dan 3,4-di-O caffeoylquinic asam *n*-butil ester (Ishak *et al.*, 2016).

(2) Tanin

Aktivitas antibakteri dari senyawa tanin dengan cara mereaksikan protein pada membran sel, menginaktivasi kerja enzim serta menghancurkan dinding sel bakteri kemudian menurunkan selektif permeabilitas dari membran sel. Tanin juga menyebabkan penurunan sistem transport aktif dan terganggunya susunan sel bakteri. Aktivitas senyawa tannin mampu mengikat peptidoglikan membran bakteri (Noriko, 2013).

(3) Terpenoid

Terpenoid termasuk golongan hidrokarbon banyak dihasilkan oleh tumbuhan. Mekanisme aktivitas antibakteri terpenoid yaitu akan bereaksi dengan protein transmembran pada membran luar dinding sel bakteri membentuk ikatan polimer yang sangat kuat sehingga mengakibatkan rusaknya protein transmembran. Kerusakan protein transmembran yang merupakan pintu keluar masuknya substansi, akan terjadi penurunan permeabilitas dinding sel bakteri yang akan mengakibatkan sel kekurangan nutrisi sehingga terhambatnya pertumbuhan bakteri (Marisa *et al.*, 2011).

Terpenoid terdapat pada organ daun dan batang tumbuhan *Mikania micrantha*. Kandungan terpenoid yang terdapat pada daun *Mikania micrantha* yaitu, camphene, geraniol, linalool, thymol, terpenol, β -pinene, β -ocimene, α -pinene, α -felandrene dan geranyl acetate, mikanolide dan dihidromikanolide (Ishak *et al.*, 2016).

2.3.4 Manfaat dan Kegunaan Tumbuhan Sembung Rambat (*Mikania micrantha*)

Mikania micrantha telah digunakan Di Amerika Selatan dan Asia Tenggara sebagai obat tradisonal untuk mengobati beberapa penyakit. Daun *Mikania micrantha* dikonsumsi sebagai jus dan sebagai tapal untuk mengobati gigitan serangga atau sengatan kalajengking. Tumbuhan ini juga digunakan untuk mengobati penyakit kulit seperti ruam dan gatal-gatal (Ishak *et al.*, 2016).

Mikania micrantha telah dikonsumsi di Malaysia sebagai jus (dibuat dengan metode rebusan) untuk mengobati diabetes, stroke, hiperkolestolemia dan hipertensi. Selain itu daunnya digunakan untuk mengobati sakit perut, sakit kuning dan ditempatkan di bak air hangat untuk wanita setelah persalinan. *Mikania micrantha* juga telah digunakan untuk mengobati demam, rematik, dan penyakit pernapasan (Chetia *et al.*, 2014). *Mikania micrantha* di Fiji digunakan untuk penyembuhan luka dan menghentikan pendarahan eksternal minor, sedangkan di Bangladesh *Mikania micrantha* telah digunakan sebagai antiseptik (Dev *et al.*, 2015). Menurut Facey *et al.*, (2010) masyarakat Jamaika menggunakan *Mikania micrantha* untuk penyembuhan luka.

2.4 Tinjauan tentang Antibakteri

Antibakteri merupakan suatu komponen yang mampu menghambat pertumbuhan (bersifat bakteriostatik) atau membunuh bakteri (bersifat bakterisidal) dapat digunakan sebagai pengobatan infeksi pada manusia dan hewan. Kemampuan bakteriostatik antibakteri yakni berperan menghambat pertumbuhan bakteri, tetapi jika bahan antibakteri dihilangkan maka perkembangbiakan bakteri akan kembali seperti semula. Sedangkan bahan aktivitas antibakteri yang bersifat bakterisidal yakni digunakan untuk membunuh bakteri beserta jumlah total organisme yang dapat hidup, efek bakterisidal menyebabkan bakteri yang telah mati tidak dapat kembali berkembangbiak meskipun bahan antibakteri dihilangkan (Ganiswara, 1995; Rahmawati, 2014).

Menurut Waluyo (2008) antibiotika harus memiliki sifat-sifat sebagai berikut.

- (1) Menghambat atau membunuh bakteri patogen tanpa merusak inang (*host*).
- (2) Bersifat bakterisida bukan bakteriostatik.
- (3) Tidak menyebabkan resistensi pada bakteri patogen tersebut.
- (4) Tidak menyebabkan alergi atau menimbulkan efek samping jika digunakan dalam jangka waktu yang lama.
- (5) Larut dalam air dan bersifat stabil.
- (6) Cepat tercapai sifat *bacterisidal level* di dalam tubuh dan bertahan untuk waktu lama.
- (7) Tetap aktif dalam plasma, cairan badan atau eksudat.

2.4.1 Mekanisme Kerja Zat Antibakteri

Daya zat antibakteri memiliki efek yang berbeda-beda pada bakteri, zat antibakteri harus dapat mempengaruhi bagian- bagian vital yakni membran sel,

enzim-enzim dan protein struktural. Menurut Pelczar dan Chan (1988); Rahmawati (2014) beberapa mekanisme kerja zat antibakteri dalam mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme adalah sebagai berikut.

(1) Merusak Dinding Sel

Umumnya bakteri memiliki suatu laipan luar bersifat kaku yang disebut dinding sel (peptidoglikan). Dinding sel berfungsi sebagai pengatur pertukaran zat-zat dari luar dan ke dalam sel, dinding sel memegang peranan penting dalam proses pembelahan sel serta memberi bentuk sel. Proses sintesis dinding sel melibatkan sejumlah langkah enzimatik apabila terjadi hambatan pembentukan dinding sel oleh obat antibakteri akan menyebabkan sel bakteri lisis. kerusakan dinding sel berakibat pada perubahan yang mengarah pada kematian sel.

(2) Mengubah Permeabilitas Membran Sel

Membran sel adalah selaput yang membatasi sitoplasma, membran sel bersifat permeabilitas selektif, tersusun dari fosfolipid dan protein. Fungsi dari membran sel yakni mengatur keluar masuknya zat antar sel dengan lingkungan luar dan melakukan pengangkutan zat-zat yang diperlukan aktif, proses pengangkutan ini terjadi karena di dalam membran sel terdapat enzim protein untuk mensintesis peptidoglikan komponen membran luar. Dengan demikian membran sel memelihara integritas komponen seluler sel.

Apabila terjadi kerusakan dinding sel bakteri, maka secara otomatis akan mempengaruhi membran sitoplasma. Bahan antimikroba seperti fenol menyerang dan merusak membran sel sehingga fungsi semipermeabilitas membran sel terganggu mengakibatkan ion organik penting (Fe, Cu, Zn), nukleotida, asam amino

dan koenzim keluar dari sel yang mengakibatkan pertumbuhan sel terhambat atau matinya sel bakteri.

(3) Kerusakan Sitoplasma

Sitoplasma adalah cairan sel yang terdiri dari 80% air, asam nukleat, lipid, karbohidrat, protein, ion anorganik serta berbagai senyawa dengan bobot molekul yang rendah. Konsentrasi tinggi beberapa zat antibakteri dapat menyebabkan koagulasi dan denaturasi protein dan asam nukleat sehingga matinya sel bakteri. Hal tersebut diakibatkan karena kehidupan suatu sel bergantung pada terpeliharanya molekul-molekul protein dan asam nukleat dalam keadaan alamiah.

(4) Menghambat Kerja Enzim

Enzim dan protein yang terdapat didalam sel berperan dalam proses metabolisme. Suatu penghambat atau zat antibakteri menyerang setiap kerja enzim. Terjadinya penghambatan kerja suatu enzim mengakibatkan proses metabolisme terganggu atau matinya suatu sel.

(5) Menghambat sintesis Asam Nukleat dan Protein

DNA, RNA dan protein merupakan komponen vital yang memegang peranan penting dalam sel, beberapa bahan antimikroba dapat menghambat sintesis protein. Apabila terjadi gangguan pada pembentukan ataupun pada fungsi asam nukleat dan protein tersebut akan terjadi kerusakan total pada sel.

2.4.2 Faktor Yang Mempengaruhi Aktivitas Zat Antibakteri

Aktivitas antibakteri untuk menghambat atau membunuh mikroorganisme patogen dipengaruhi oleh banyak faktor. Oleh karena itu harus ada pertimbangan yang sesuai agar zat antibakteri dapat bekerja secara efektif dan efisien. Menurut

Pelczar dan Chan (1988); Rahmawati (2014) beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kerja zat antibakteri adalah sebagai berikut:

(1) Tingkat Keasaman atau Kebasaan (pH)

Sebagian besar mikroorganisme memiliki pH optimum sekitar pH 6,5- 7,5, apabila pH dibawah 5 atau di atas 8,5 mikroorganisme tersebut tidak akan tumbuh dengan baik yang mengakibatkan kematian mikroorganisme. Mikroorganisme yang hidup pada pH basa akan sulit dibasmi. Sedangkan mikroorganisme yang hidup pada pH asam lebih mudah dibasmi pada suhu yang rendah dalam waktu singkat.

(2) Konsentrasi atau Intensitas Zat antibakteri

Aktivitas antibakteri akan bekerja pada konsentrasi tertentu. Semakin tinggi konsentrasi zat antibakteri semakin tinggi pula daya antibakterinya. Apabila konsentrasi zat antibakteri tinggi maka banyak bakteri yang terbunuh lebih cepat.

(3) Jumlah Mikroorganisme

Semakin banyak jumlah mikroorganisme yang akan di uji maka banyak pula waktu dan jumlah zat antibakteri yang diperlukan untuk membunuh mikroorganisme tersebut.

(4) Suhu

Kenaikan suhu menyebabkan aktivitas suatu zat antibakteri dapat bekerja dengan baik. Hal ini disebabkan karena zat kimia merusak mikroorganisme melalui reaksi kimia dengan meningkatnya suhu maka mempercepat terjadinya reaksi kimia.

(5) Spesies mikroorganisme

Spesies mikroorganisma satu dengan yang lainnya menunjukkan adanya ketahanan yang berbeda-beda terhadap suatu bahan kimia.

2.4.3 Metode Pengujian Antibakteri

a. Metode Difusi

(1) Metode *Disc Diffusion* (Tes Kirby & Bauer)

Metode ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas agen antibakteri. Piringan yang berisi agen antibakteri diletakkan pada media agar telah ditanami mikroorganisme yang akan berdifusi pada media agar tersebut. Area jernih menandakan adanya hambatan dari pertumbuhan mikroorganisme oleh agen antibakteri pada permukaan media agar (Pratiwi, 2008).

(2) Metode *E-test*

Metode *E-test* digunakan mengestimasi *minimum inhibitory concentration* (MIC) atau kadar hambat minimum (KHM) yang merupakan konsentrasi minimal suatu agen antibakteri untuk dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Metode ini menggunakan *strip plastic* yang mengandung agen antibakteri dari konsentrasi terendah sampai yang tertinggi dan diletakkan pada permukaan media agar yang telah ditanami mikroorganisme. Pengamatan dilakukan pada area jernih, mengindikasikan kadar agen antibakteri yang menghambat pertumbuhan mikroorganisme pada media agar (Pratiwi, 2008).

(3) *Ditch-plate technique*

Agen antibakteri diletakkan pada parit yang dibuat dengan cara memotong media agar dalam cawan petri secara membujur pada bagian tengah dan bakteri uji (maksimum 6 macam) digoreskan ke arah parit yang berisi agen antibakteri (Pratiwi, 2008).

(4) *Cup-plate technique*

Metode ini hampir sama dengan metode *disc diffusion*, tetapi piringan (*paper disk*) digantikan dengan membuat sumur pada media agar yang telah ditanami dengan mikroorganisme dan pada sumur tersebut diberi agen antibakteri uji (Pratiwi, 2008).

(5) *Gradient-plat technique*

Konsentrasi agen antibakteri pada media agar secara teoretis bervariasi dari 0 hingga konsentrasi maksimal. Media agar dicairkan kemudian ditambahkan larutan uji. Campuran kedua bahan tersebut dituang ke dalam cawan petri yang diletakkan dalam posisi miring. Nutrisi kedua selanjutnya dituang di atasnya.

Plate diinkubasi selama 24 jam agar agen antibakteri berdifusi dan permukaan media mengering. Bakteri uji (maksimal 6 macam) digoreskan pada arah mulai dari konsentrasi tinggi ke rendah. Hasil diperhitungkan sebagai panjang total pertumbuhan bakteri maksimum yang mungkin dibandingkan panjang pertumbuhan hasil goresan. Konsentrasi hambatan: [(X.Y)]: C mg/mL atau $\mu\text{g/mL}$.

X = panjang total pertumbuhan mikroorganisme yang mungkin

Y = panjang pertumbuhan aktual

C = Konsentrasi final agen antimikroba pada total volume media mg/mL atau $\mu\text{g/mL}$ (Pratiwi, 2008).

Perlu diperhatikan adalah dari hasil perbandingan yang didapat dari lingkungan padat dan cair, faktor difusi agen antibakteri dapat mempengaruhi keseluruhan hasil pada media padat (Pratiwi, 2008).

b. Metode Dilusi

(1) Dilusi Cair/*Borth Dilution test (serial dulution)*

Metode ini bertujuan untuk mengukur MIC (*minimum inhibitory concentration*) atau kadar hambat minimum (KHM) dan MBC (*minimum bactericidal concentration*) atau kadar bunuh minimum (KBM). Caranya dengan membuat seri pengenceran agen antibakteri pada medium cair yang ditambahkan dengan bakteri uji. Larutan uji agen antibakteri pada kadar terkecil yang terlihat jernih tanpa adanya pertumbuhan bakteri uji ditetapkan sebagai KHM. Kemudian larutan yang ditetapkan sebagai KHM selanjutnya dikultur ulang pada media cair tanpa penambahan mikroba uji dan agen antibakteri, selanjutnya diinkubasi selama 18-24 jam. Media cair yang tetap jernih setelah inkubasi ditetapkan sebagai KBM (Pratiwi, 2008).

(2) Dilusi Padat/ *Solid dilution test*

Metode ini mirip dengan metode delusi cair perbedaanya yaitu pada metode ini menggunakan media padat (solid). Kelebihan dari metode ini yaitu satu konsentrasi agen antibakteri yang diuji bisa digunakan untuk menguji beberapa bakteri uji (Pratiwi, 2008).

2.4.4. Metode Perhitungan Mikroba

Untuk mengetahui pertumbuhan mikroba harus dilakukan pengukuran atau perhitungan kuantitatif populasi mikroba. Umumnya pengukuran dasar populasi mikroba yakni menentukan jumlah sel dan penentuan massa sel. Salah satu cara perhitungan jumlah sel dengan menggunakan metode hitungan cawan atau *Total Plate Count* (TPC) (Waluyo, 2008).

Metode hitungan cawan berprinsip pada anggapan bahwa setiap sel yang hidup ditumbuhkan pada media, maka mikroba akan berkembangbiak menjadi satu koloni yang dapat dilihat langsung kemudian dihitung tanpa menggunakan mikroskop. Keseluruhan mikroba ada pada cawan petri merupakan suatu indeks jumlah mikroba yang hidup dan terkandung dalam sampel (Waluyo, 2008).

Menurut Waluyo (2008) metode hitungan cawan merupakan cara yang paling sensitif untuk menentukan jumlah jasad renik kerana memiliki beberapa kelebihan yaitu sebagai berikut.

- (1) Hanya sel mikroba yang hidup yang dapat dihitung
- (2) Beberapa jasad renik dapat dihitung sekaligus
- (3) Digunakan untuk isolasi dan identifikasi mikroba, karena koloni yang terbentuk kemungkinan berasal dari mikroba yang mempunyai penampakan yang spesifik.

Metode tuang atau penuangan (*Pour plate*) merupakan salah satu dari metode hitungan cawan untuk pengukuran jumlah sel mikroba. Sejumlah sampel (1 ml atau 0,1 ml) dari pengenceran yang ditentukan dimasukkan ke dalam cawan petri, selanjutnya ditambahkan agar cair steril yang telah dingin sebanyak 15-20 ml dan dihomogenkan dengan cara digoyangkan. Sebelum pemupukan dengan metode permukaan, dibuat agar cawan terlebih dahulu selanjutnya mengambil sampel yang telah diencerkan sebanyak 0,1 ml menggunakan mikropipet dan di letakkan pada permukaan agar, kemudian diratakan menggunakan batang gelas melengkung yang steril. Jumlah koloni per ml dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$\text{Jumlah koloni} = \text{jumlah koloni tiap cawan} \times \frac{1}{\text{Faktor Pengenceran}}$

Faktor pengenceran = pengenceran x jumlah yang diencerkan (Waluyo, 2008).

Menurut Waluyo (2008) cara perhitungan metode tuang ini menggunakan ketentuan Standar *Plat Count* (SPC) sebagai berikut.

- (1) Cawan yang dihitung adalah yang mengandung jumlah koloni antara 30-300, apabila tidak ada yang memenuhi syarat maka dipilih yang jumlahnya mendekati 300.
- (2) Satu koloni dihitung 1 koloni.
- (3) Dua koloni yang bertumpuk dihitung satu koloni.
- (4) Beberapa koloni berhubungan dihitung satu koloni.
- (5) Dua koloni yang berhimpitan tetapi masih dapat dibedakan dihitung dua koloni.
- (6) Satu kumpulan koloni yang besar tetapi jumlah koloninya diragukan maka dihitung satu koloni.

Menurut Waluyo (2008) dan Dijten GTK (2017) data yang dilaporkan sebagai Standard Plate Count (SPC) harus sesuai peraturan sebagai berikut.

- (1) Hasil yang dilaporkan terdiri dari dua angka yaitu angka pertama (satuan) dan angka kedua (desimal), apabila angka ketiga ≥ 5 , maka dibulatkan menjadi satu angka lebih tinggi pada angka kedua.
- (2) Dipilih cawan petri dari satu pengenceran yang jumlah koloninya antara 30-300. Jumlah koloni rata-rata dari kedua cawan yang memenuhi syarat dikalikan dengan faktor pengencernya.
- (3) Apabila pada cawan petri dari semua pengenceran dihasilkan < 30 koloni, berarti pengenceran yang dilakukan terlalu tinggi, maka yang dihitung adalah

jumlah koloni dari pengenceran terendah. Hasilnya dapat dilaporkan sebagai TKUD (Terlalu Kecil Untuk Dihitung).

- (4) Apabila pada cawan petri dari semua pengenceran dihasilkan > 300 koloni, berarti pengenceran yang dilakukan terlalu rendah, maka yang dihitung adalah jumlah koloni dari pengenceran tertinggi. Hasil dapat dilaporkan sebagai TBUD (Terlalu Banyak Untuk Dihitung).
- (5) Apabila jumlah koloni pada cawan petri dari dua tingkat pengenceran dihasilkan koloni dengan jumlah antara 30 dan 300, dan perbandingan jumlah bakteri antara hasil pengenceran tertinggi dan terendah adalah ≤ 2 , dapat dilaporkan rata-rata nilai dari kedua tingkat pengenceran dengan menghitung faktor pengencerannya. Namun jika perbandingan jumlah bakteri antara hasil pengenceran tertinggi dan terendah adalah > 2 maka yang dilaporkan hanya hasil dari pengenceran terkecil.
- (6) Apabila digunakan dua cawan petri (duplo) per pengenceran, data yang diambil harus dari kedua cawan tersebut, maka harus dipilih tingkat pengenceran yang menghasilkan kedua cawan duplo dengan jumlah koloni antara 30 dan 300.

2.5 Tinjauan tentang Metode Ekstraksi

Ekstraksi adalah proses pemisahan kandungan senyawa kimia dari bahan asal tumbuhan atau hewan dengan pelarut tertentu sesuai dengan kegunaan bahan tersebut. Ekstraksi dapat dilakukan dengan cara pemanasan (dekok, infus, refluks, sokletasi, digesti) dan dengan cara dingin (maserasi dan perkolasi). Pelarut yang biasa digunakan untuk ekstraksi adalah aquades, metanol dan etanol (Simanjuntak, 2008).

2.5.1 Ekstraksi Dengan Menggunakan Pelarut

2.5.1.1 Cara Panas

(1) Dekok

Dekok adalah ekstraksi dengan menggunakan pelarut air pada temperatur 90°C-95°C selama 30 menit (Simanjuntak, 2008).

(2) Infus

Infus adalah ekstraksi dengan pelarut air pada temperatur penangas air (bejana infus tercelup dalam penangas air mendidih, temperatur 90°C-95°C) hampir sama dengan ekstraksi dekok tetapi waktunya lebih pendek yaitu selama 15 menit (Simanjuntak, 2008).

(3) Refluks

Refluks adalah ekstraksi dengan pelarut pada titik didihnya, selama waktu tertentu dan dalam jumlah pelarut yang digunakan terbatas yang relatif konstan dengan adanya pendingin balik. Metode ekstraksi ini menggunakan teknik penyulingan atau destilasi, umunya dilakukan pengulangan pada residu pertama sampai 3-5 kali sehingga didapatkan hasil ekstraksi sempurna (Simanjuntak, 2008).

(4) Sokletasi

Sokletasi adalah metode ekstraksi untuk bahan yang tahan pemanasan, dengan cara meletakkan bahan yang diekstraksi dalam sebuah kertas saring di dalam alat ekstraksi dari gelas yang bekerja kontinu (Simanjuntak, 2008).

2.5.1.2 Cara Dingin

(1) Maserasi

Maserasi adalah proses ekstraksi dengan cara merendam simplisia menggunakan pelarut dalam waktu 24-48 jam dilakukan beberapa kali pengadukan

pada temperatur ruangan, selanjutnya disaring menggunakan kertas saring. Dilakukan remaserasi atau pengulangan penambahan pelarut setelah penyaringan filtrat pertama dan seterusnya, kemudian filtrat dipekatkan dengan *rotary evaporator* sehingga diperoleh ekstrak kental (Simanjuntak, 2008).

(2) Perlokasi

Perkolasi adalah ekstraksi dengan pelarut yang selalu baru mengalirkan pelarut secara kontinu sampai panyarian sempurna dilakukan pada temperatur ruangan. Tahapan perlokasi terdiri dari pengembangan bahan, tahap maserasi antara dan tahap perlokasi sebenarnya (penampungan ekstrak) (Simanjuntak, 2008).

2.6 Pengaruh Konstrententrasi terhadap Aktivitas Zat Antibakteri

Aktivitas antibakteri akan bekerja optimal pada konsentrasi tertentu, semakin tinggi konsentrasi zat antibakteri maka semakin tinggi daya antibakterinya. Apabila konsentrasi zat antibakteri tinggi maka banyak bakteri yang terbunuh lebih cepat (Rahmawati, 2014).

Penelitian sebelumnya oleh Polakitan *et al.*, (2017) ekstrak daun sembung rambat (*Mikania micrantha*) dengan konsentrasi 100% memiliki daya hambat kategori kuat terhadap pertumbuhan *Streptococcus mutans*. Menurut Harahap., *et al* (2015) ekstrak daun sembung rambat pada konsentrasi 25% efektif menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*.

Penentuan Konsentrasi atau Kadar hambat dan Kadar bunuh minimum sangat penting karena bertujuan untuk meningkatkan efektifitas senyawa antibakteri dan mencegah terjadinya resistensi bakteri karena penggunaan dosis yang berlebihan yang menyebabkan sel bakteri menjadi kebal terhadap zat antibakteri (Marisa *et al.*, 2011).

2.7 Tinjauan tentang Pemanfaatan Hasil Penelitian Sebagai Sumber Belajar

2.7.1 Pengertian Sumber Belajar

Sumber belajar adalah segala sesuatu atau daya yang dapat dimanfaatkan dalam kepentingan pembelajaran bertujuan untuk meningkatkan efektifitas dan efisiensi tujuan pembelajaran (Yani, 2009). Menurut Riyanto (2013) dalam arti sempit sumber belajar diartikan sebagai semua sarana prasarana pengajaran yang menyajikan pesan secara edukatif baik berupa visual ataupun autovisual, contohnya buku dan bahan tercetak lainnya.

2.7.2 Manfaat Sumber Belajar

Secara rinci menurut Soeharto *et al.*, (1995) manfaat sumber belajar adalah sebagai berikut.

- (1) Memberikan pengalaman belajar yang lebih konkrit dan langsung.
- (2) Dapat menyajikan sesuatu yang tidak mungkin diadakan atau sesuatu yang tidak dapat dilihat secara langsung.
- (3) Memberikan informasi terbaru yang lebih akurat.
- (4) Membantu memecahkan masalah pendidikan baik dalam lingkup makro serta dalam lingkup mikro.
- (5) Meningkatkan motivasi yang positif kepada peserta didik.
- (6) Menambah dan memperluas informasi yang akan disajikan di kelas.
- (7) Merangsang peserta didik untuk lebih berpikir kritis, dan merangsang agar berkembang lebih jauh.

2.7.3 Kajian Implementasi Pemanfaatan Penelitian Sebagai Sumber Belajar Biologi

Penelitian dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar harus dilakukan kajian proses dan identifikasi hasil penelitian. Agar dapat digunakan sebagai sumber belajar, maka penelitian tersebut dapat ditinjau berdasarkan kajian proses dan hasil penelitian. Proses penelitian berkaitan dengan pengembangan keterampilan sedangkan hasil dari penelitian merupakan fakta dan konsep (Munajah *et al.*, 2015).

Menurut Suhardi (2012) analisis sumber belajar yang ideal harus memenuhi beberapa kriteria sebagai berikut.

(1) Kejelasan Potensi

Potensi suatu objek dan gejalanya untuk dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar terhadap permasalahan biologi berdasarkan pada konsep kurikulum. Kejelasan dari potensi ditunjukkan oleh tersedianya objek dan ragam permasalahan yang akan diungkapkan dalam penelitian ini.

(2) Kesesuaian dengan Tujuan Belajar

Hasil penelitian memiliki kesesuaian dengan tujuan pembelajaran berdasarkan pada Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) yang telah ditetapkan.

(3) Kejelasan Sasaran: Kejelasan sasaran terdiri dari objek dan subjek

(4) Kejelasan Informasi yang dapat Diungkap

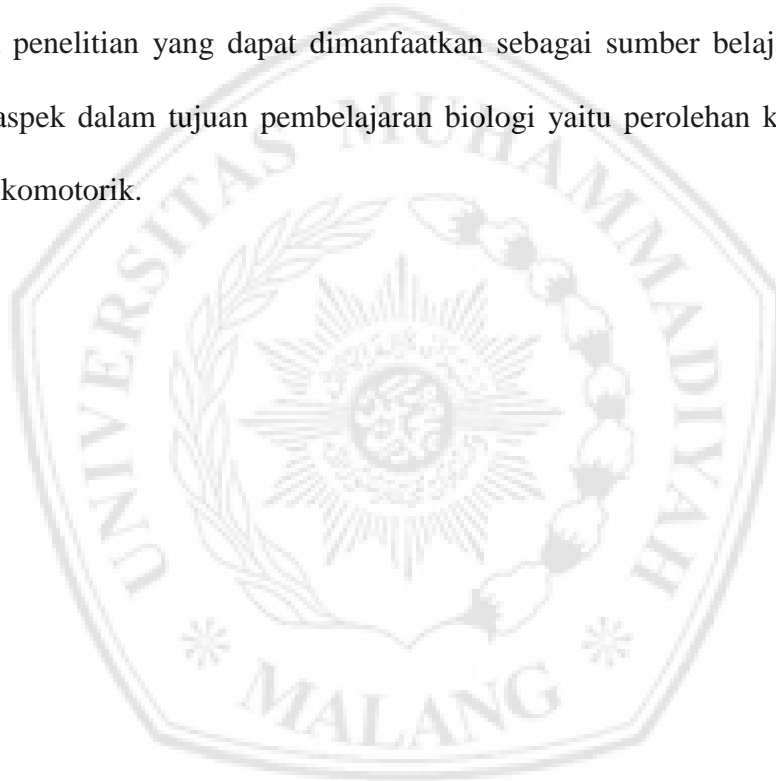
Kejelasan informasi dalam penelitian yang dapat diungkap meliputi dua aspek yaitu proses penelitian dan produk dari penelitian yang disesuaikan dengan kurikulum pembelajaran.

(5) Kejelasan Pedoman Eksplorasi

Kejelasan pedoman eksplorasi merupakan terpenuhinya prosedur kerja dalam melaksanakan penelitian serta pertimbangan keterbatasan waktu dan kemampuan siswa.

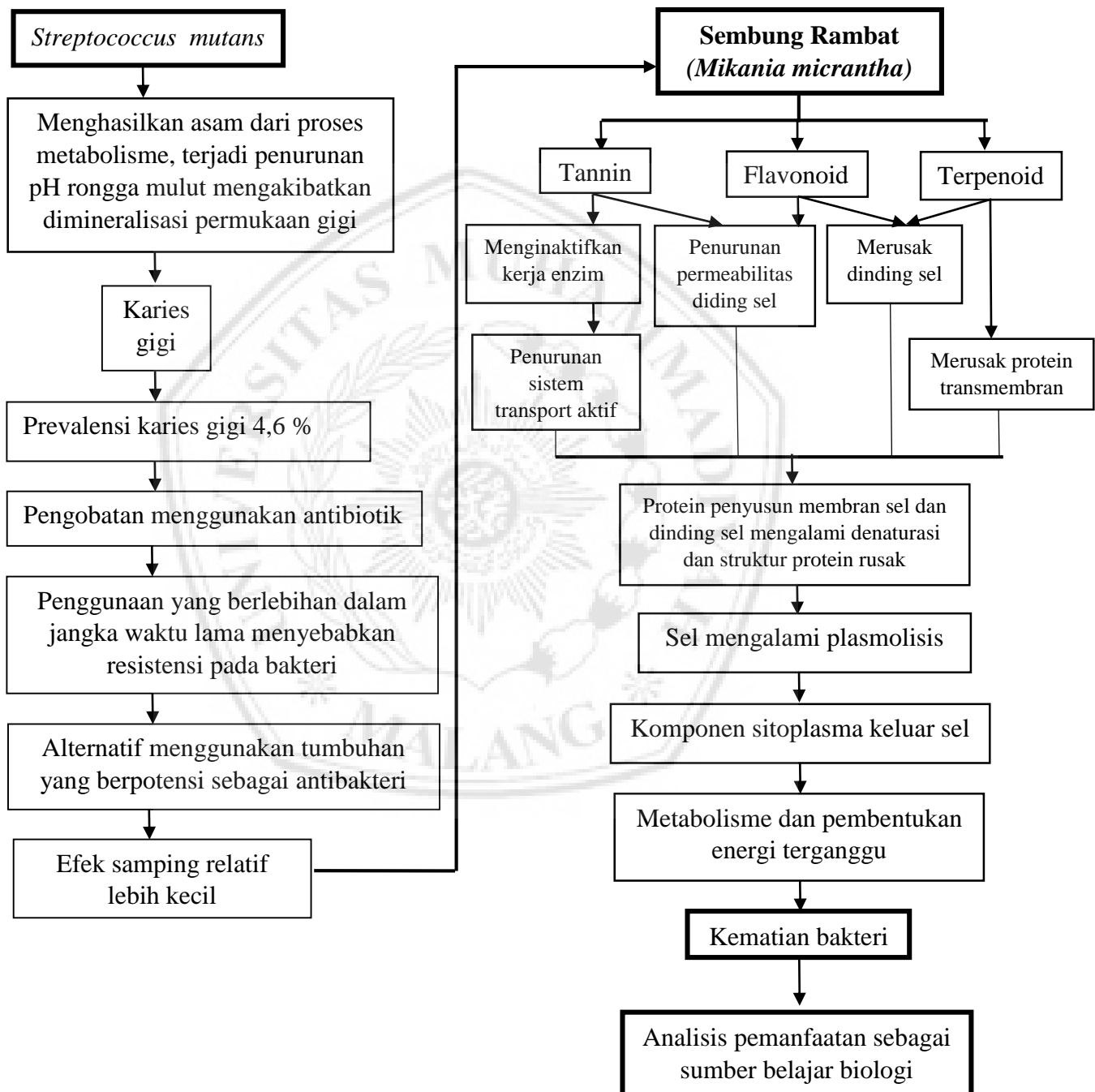
(6) Kejelasan Perolehan yang Diharapkan

Kejelasan perolehan yang diharapkan merupakan hasil berupa proses dan produk penelitian yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar berdasarkan aspek-aspek dalam tujuan pembelajaran biologi yaitu perolehan kognitif, afektif dan psikomotorik.



2.8 Kerangka Konsep

Adapun kerangka konsep penelitian ini ditunjukkan pada gambar 2.4 sebagai berikut.



Gambar 2.4 Kerangka Konsep Penelitian

2.9 Hipotesis

Berdasarkan kerangka konsep penelitian, maka penulis merumuskan hipotesis dalam penelitian ini adalah: “ada pengaruh berbagai konsentrasi ekstrak daun sembung rambat (*Mikania micranta*) terhadap jumlah koloni bakteri *Streptococcus mutans*”.

